



ITW

PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/709,305	
	Filing Date	April 28, 2004	
	First Named Inventor	Katsuhiro Itakura	
	Art Unit	(to be assigned)	
	Examiner Name	(to be assigned)	
Total Number of Pages in This Submission	25	Attorney Docket Number	39.036

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Judge Patent Firm
Signature	
Date	April 30, 2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.			
Typed or printed name			
Signature		Date	

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

App. No. : 10/709,305  
Applicant : Katsuhiro Itakura, et al.  
Filed : April 28, 2004  
Tech. Cntr./Art Unit : (To be assigned)  
Examiner : (To be assigned)  
  
Docket No. : 39.036  
Customer No. : 29453

Honorable Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

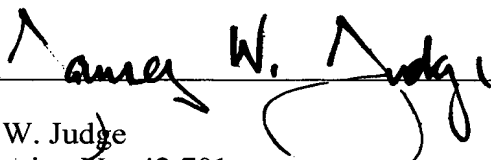
**Submission of Documents in Claiming Priority Right**  
**Under 35 U.S.C. § 1.119(b)**

Sir:

To complete the claim made for the benefit of an earlier foreign filing date on filing the application identified above, Applicant herewith submits a certified copy of **Japanese Patent Application No. JP2003-126616, filed May 1, 2003.**

Respectfully submitted,

April 30, 2004

  
\_\_\_\_\_  
James W. Judge  
Registration No. 42,701

JUDGE PATENT FIRM  
Rivière Shukugawa 3<sup>rd</sup> Fl.  
3-1 Wakamatsu-cho  
Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0035  
JAPAN  
Telephone: **800-784-6272**  
Facsimile: 425-944-5136  
e-mail: ***jj@judgepat.jp***

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   5 月   1 日  
Date of Application:

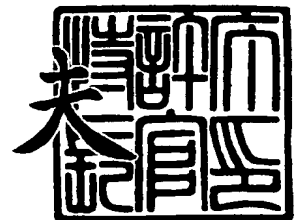
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 1 2 6 6 1 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 1 2 6 6 1 6 ]

出   願   人            住 友 電 気 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月   6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 103I0109

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 35/26  
H01L 23/36

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 板倉 克裕

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府泉南郡熊取町大字野田 9 5 0 番地 住友電工ファインポリマー株式会社内

【氏名】 千葉 幸文

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 藤井 知

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078813

【弁理士】

【氏名又は名称】 上代 哲司

【電話番号】 06-6966-2121

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094477

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 神野 直美

【電話番号】 06-6966-2121

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 199027

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0217319

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハンダ皮膜の製造方法、ハンダ皮膜を備えたヒートシンク、および半導体素子とヒートシンクの接合体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $Zn$ 、 $Bi$  もしくは  $Sn$  の単体、または  $Zn$ 、 $Bi$  および  $Sn$  から選ばれる 2 種からなる合金、のいずれかからなる層の複数種類を積層して形成される単位層を、複数積層する工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 2】 各単位層が、実質的に  $Zn$ 、 $Bi$  および  $Sn$  から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 3】 各単位層を構成する層構造が、単位層毎に実質的に同じであることを特徴とする請求項 2 に記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 4】  $Zn$  層、 $Bi$  層、 $Sn$  層、 $Zn$  と  $Sn$  の合金層または  $Bi$  と  $Sn$  の合金層のいずれか一層を形成する工程、該工程を、層を変えながら繰返して各層を積層することにより、 $Zn$ 、 $Bi$  および  $Sn$  からなる単位層を形成する工程、および該単位層を形成する工程を繰返して各単位層を積層する工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 5】 単位層を形成する工程が、 $Zn$  層、 $Sn$  層、 $Bi$  層、 $Sn$  層の順または  $Bi$  層、 $Sn$  層、 $Zn$  層、 $Sn$  層の順で積層する工程からなることを特徴とする請求項 4 に記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 6】 単位層を形成する工程が、 $Zn$  と  $Sn$  の合金層を形成する工程および／または  $Bi$  と  $Sn$  の合金層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 7】 ハンダ皮膜の最表面層に  $Sn$  層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 8】 単位層が、蒸着により形成されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 9】 単位層が、メッキにより形成されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 10】 単位層の厚みが、8000 Å以下であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 11】 ハンダ皮膜が、パターニングされたレジスト層上に形成され、該ハンダ皮膜の形成後に、リフトオフにより該ハンダ皮膜をパターニングする工程を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のハンダ皮膜の製造方法。

【請求項 12】 請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載の製造方法により製造されるハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 13】 半導体素子のベアチップ実装用であることを特徴とする請求項 12 に記載のハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 14】 フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn：2～10重量%、Bi：2～40重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 15】 フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn：3～9重量%、Bi：2～14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 16】 フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn：5～7重量%、Bi：8～14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 17】 フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn：6～7重量%、Bi：8～10重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンク。

【請求項 18】 請求項 14 ないし請求項 17 のいずれかに記載のヒートシンクおよび該ヒートシンクに備えられたハンダ皮膜に実装された半導体素子を有することを特徴とする半導体素子とヒートシンクの接合体。

**【発明の詳細な説明】****【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、Z n、B i および S n からなる P b フリーハンダ皮膜の製造方法、P b フリーハンダ皮膜を備えた半導体素子接合用のヒートシンク、および半導体素子とヒートシンクの接合体に関する。特に、レーザーダイオードチップのベアチップ実装用などに好ましく用いられる P b フリーハンダ皮膜の製造方法、P b フリーハンダ皮膜を備えたヒートシンク、および該ヒートシンクに半導体素子を実装した半導体素子とヒートシンクの接合体に関する。

**【0 0 0 2】****【従来の技術】**

レーザーダイオードを用いた電子部品は、レーザーダイオードチップを、該チップから発生する熱を除去するためのヒートシンク上へ、ベアチップ実装されて製造されている。このベアチップ実装は、メタライズされたヒートシンクの表面にハンダ皮膜を形成し、その上にレーザーダイオードチップを、ダイボンディングやハンダリフローなどにより該レーザーダイオードチップを接合する方法により行われている。

**【0 0 0 3】**

レーザーダイオードチップは、熱に弱く、熱によりレーザー特性が劣化しやすい。そこで、実装時における熱劣化を防ぐため、レーザーダイオードチップのヒートシンク上への実装温度を低く押さえる必要がある。従ってヒートシンク表面に形成されるハンダ皮膜は、融点（共晶点）の低いものでなければならず、従来は、S n - P b 共晶ハンダ（共晶点：1 8 3 ℃）が用いられてきた。しかし、人体に有害な P b を含むハンダは、環境対策上好ましくないので、近年、P b を含まない P b フリーハンダがその代替として盛んに開発されている。

**【0 0 0 4】**

しかし、従来の P b フリーハンダの多くは、共晶ハンダより融点が高く（A u - S n ハンダは 2 8 0 ℃、S n - A g ハンダは 2 2 0 ℃など）、従ってレーザーダイオードチップの実装時にレーザー特性を劣化させるという問題が生じる。



## 【0005】

近年、Sn-Pb 共晶ハンダと同等の融点を有する多元系合金のPbフリーハンダが開発されてきている。例えば、特許第3232963号公報（特許文献1）や特許第3340021号公報（特許文献2）の請求項1には、Zn、BiおよびSnなどからなるハンダがプリント基板実装用途として開示されており、これらのハンダはプリント基板実装向けソルダーペースト製品として市販されている。しかし、これらのハンダを用いたプリント基板実装ではフラックスが使用されるが、ベアチップ実装の用途では、チップ汚染の原因となるフラックスを使用することはできない。一方、ハンダをフラックスレスで使用すると、溶解性、濡れ性が悪く、リフローハンダ付けが困難となるので、ベアチップ実装用途にこれらのハンダを用いることはできないと考えられていた。

## 【0006】

また、レーザーダイオードチップの、ヒートシンク上へのベアチップ実装においては、チップサイズが200  $\mu$ m程度と小さく、その位置精度としては20  $\mu$ m以下が要求されている。従来、半導体素子実装用のハンダ皮膜は、ペースト印刷方法により形成されていたが、この方法では、このような位置精度に対応することができない。

## 【0007】

そこで、フォトリソグラフィーにより、この高い位置精度でハンダ皮膜を形成する方法が考えられる。すなわち、パターニングされたレジスト層上に、蒸着やメッキによりハンダ皮膜を形成し、リフトオフにより、レーザーダイオードチップなどの半導体素子を実装する部分のハンダ皮膜を形成する方法である。この方法により半導体素子実装用のハンダ皮膜を、20  $\mu$ m以下のすぐれた位置精度で形成することができる。

## 【0008】

## 【特許文献1】

特許第3232963号公報（請求項1）

## 【0009】

## 【特許文献2】

特許第 3340021 号公報 (請求項 1)

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、Zn、Bi、Snの間では、蒸着速度やメッキ形成速度が異なる。そこで、Zn、BiおよびSnからなるハンダに上記の方法を適用すると、組成の制御や、融点制御が困難になるとの問題が生じる。例えば、Zn、BiおよびSnを蒸着させる場合、蒸着速度はSn、Bi、Znの順で大きくなり、特にZnは蒸着速度が他の2金属に比べて非常に大きく、BiもZnよりは小さいものの、Snに比べて非常に大きい。その結果、厚いハンダ皮膜を一回の蒸着で形成すると、Zn層、Bi層、Sn層と分離してしまい、ハンダの持つ低融点を実現することができない。従って、所望の組成の合金を得ること、しいては所望の融点を得ることが困難である。

【0011】

本発明は、このような従来技術の問題を解決し、Zn、BiおよびSnからなるハンダ皮膜であって、所望の組成や融点を有するものを、蒸着やメッキなどにより、組成の制御や融点制御の困難を伴うことなく製造できる方法を提供することを目的とする。

【0012】

本発明はさらに、レーザーダイオードチップなどの熱劣化しやすい半導体素子のベアチップ実装用として好適な、特定の組成を有するハンダ皮膜を備えるヒートシンクを提供することを目的とする。

本発明はさらにまた、このヒートシンクを用いることを特徴とする半導体素子とヒートシンクの接合体を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明者は検討の結果、Zn、BiもしくはSnの単体、またはZn、BiおよびSnから選ばれる2種からなる合金、のいずれかからなる薄膜の積層（本明細書では、単位層という。）を形成し、この単位層形成の繰返しにより、即ちこの単位層を積層してハンダ皮膜を形成することにより、上記の問題が解決される

ことを見出し、本発明を完成した。

【0014】

すなわち、本発明の請求項1は、Zn、BiもしくはSnの単体、またはZn、BiおよびSnから選ばれる2種からなる合金、のいずれかからなる層の複数種類を積層して形成される単位層を、複数積層する工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものである。

【0015】

この方法により製造されるハンダ皮膜は、単位層が複数積層されたものであり、各単位層は、Zn層、Bi層、Sn層、およびこれらの金属中の2種からなる合金の層から選ばれる複数種類の層が積層されたものである。それぞれ層を形成する工程を、層を変えながら繰返して各層を積層することにより、各単位層が形成される。

【0016】

この方法によれば、Zn、Bi、Snの各金属またはこれらの金属中の2種からなる合金毎に層が形成されるので、その層の厚みを調整することにより、積層後の全体としての組成を容易に調整することができる。従って、所望の組成が容易に得られ、組成の制御や融点の制御を容易にすることができる。

【0017】

このハンダ皮膜は、金属層毎に見れば、ハンダの組成を有する合金からなるものではない。しかし、それぞれの層を薄くすることにより、単位層全体として同じ組成を有する合金の融点と近い融点を得られる。

また、各単位層が、実質的にZn、BiおよびSnから構成されれば、単位層毎にハンダの融点が達成され、ハンダ皮膜全体として、同じ組成を有するハンダの融点と近い融点を得られやすく、好ましい。

さらに、同じ構成を有する単位層を積層することによりハンダ皮膜を形成すれば、ハンダ皮膜の厚み方向に均一な構成となり、従って融点に関しても均一となるので、ハンダ皮膜全体として、同じ組成を有するハンダの融点と近い融点により得られやすく、好ましい。

本発明の請求項2および請求項3は、これらの好ましい態様に該当するもので

ある。

#### 【0018】

すなわち、本発明の請求項2は、請求項1に記載のハンダ皮膜の製造方法であって、各单位層が、実質的にZn、BiおよびSnから構成されることを特徴とする製造方法を提供するものである。

また、本発明の請求項3は、請求項1に記載のハンダ皮膜の製造方法であって、各单位層を構成する層構造が、単位層毎に実質的に同じであることを特徴とする製造方法を提供するものである。

#### 【0019】

本発明の請求項4は、Zn層、Bi層、Sn層、ZnとSnの合金層またはBiとSnの合金層のいずれか一層を形成する工程、該工程を、層を変えながら繰返して各層を積層することにより、Zn、BiおよびSnからなる単位層を形成する工程、および該単位層を形成する工程を繰返して各单位層を積層する工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものである。

#### 【0020】

この方法により製造されるハンダ皮膜は、Zn、BiおよびSnからなる単位層が複数積層されたものである。

さらに各单位層は、Zn層、Bi層、Sn層、ZnとSnの合金層および／またはBiとSnの合金層が積層されたものであり、それぞれ層を形成する工程を、層を変えながら繰返して各層を積層することにより、各单位層が形成される。即ち、単位層には、Zn、Bi、Snの全ての金属がいずれかの層に含まれている。

#### 【0021】

本発明の請求項5は、上記請求項4のハンダ皮膜の製造方法であって、単位層を形成する工程が、Zn層、Sn層、Bi層、Sn層の順またはBi層、Sn層、Zn層、Sn層の順でそれぞれの層を形成する工程からなることを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものである。

Zn層、Bi層、Sn層の形成の順序は、Zn、BiおよびSnの全ての金属を、所望の組成で含有する単位層が得られる限りは、特に限定されるものではない。

い。しかし、Zn層、Sn層、Bi層、Sn層の順またはBi層、Sn層、Zn層、Sn層の順でそれぞれの層を形成する方法が好ましい。すなわち、Zn層の形成工程とBi層の形成工程との間に、Sn層の形成工程を挟むことで、単位層全体としての組成と同じ組成のハンダに近い融点がより得られやすく好ましい。さらに、好ましくは、Zn層、Sn層、Bi層、Sn層の順である。

#### 【0022】

本発明の請求項6は、上記請求項4のハンダ皮膜の製造方法であって、単位層を形成する工程が、ZnとSnの合金層を形成する工程および／またはBiとSnの合金層を形成する工程を含むことを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものである。

単位層の形成は、Zn層、Bi層、Sn層の各金属層の形成を繰り返す代わりに、これらの金属から選ばれる2種からなる合金層の形成を繰り返すことにより行うこともできる。この合金層の形成を繰り返す態様としては、ZnとSnの合金層を形成する工程およびBiとSnの合金層を形成する工程を繰り返す方法が好ましく、請求項6はこの態様に該当する。

ZnとSnの合金層の形成とBiとSnの合金層の形成の順序も、Zn、BiおよびSnの全ての金属を所望の組成で含有する単位層が得られる限りは、特に限定されるものではない。

ハンダ皮膜の最表面層は、Sn層であることが好ましい。そこで、本発明の製造方法としては、ハンダ皮膜の最表面層をSn層とする工程を含むことが好ましい。本発明の請求項7は、この態様に該当するものである。

#### 【0023】

Zn層、Bi層、Sn層の各金属層の形成や、これらの金属から選ばれる2種からなる合金層の形成は、蒸着またはメッキにより行うことができる。

本発明の請求項8は、上記のハンダ皮膜の製造方法であって、単位層が、蒸着により形成されることを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものであり、Zn層、Bi層、Sn層の各金属層の形成やこれらの金属から選ばれる2種からなる合金層の形成が、蒸着により行われる態様に該当する。

#### 【0024】

本発明の請求項 9 は、上記のハンダ皮膜の製造方法であって、単位層が、メッキにより形成されることを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものであり、Zn 層、Bi 層、Sn 層の各金属層の形成やこれらの金属から選ばれる 2 種からなる合金層の形成が、メッキにより行われる態様に該当する。

メッキとは通常電気メッキである。ヒートシンク上に最初に形成される金属層は、メタライズされたヒートシンクを一方の電極とした電気メッキにより行うことができる。

#### 【0025】

本発明の請求項 10 は、上記のハンダ皮膜の製造方法であって、単位層の厚みが、8000 Å 以下であることを特徴とするハンダ皮膜の製造方法である。

単位層を構成する各金属層の厚みが厚いと、単位層全体の組成と同じ組成を有するハンダと同等の融点は得られない。各金属層の厚み、しいては単位層全体の厚みを薄くすることにより、所望の組成のハンダの融点に近づけることができる。具体的には、単位層全体の厚みは 8000 Å 以下が好ましく、より好ましくは 5000 Å 以下である。

ハンダ皮膜は、この単位層を積層して得られるが、通常厚み 3 μm 程度以上必要である。従って、通常単位層は 4 層以上積層され、より好ましくは 6 層以上積層される。

#### 【0026】

本発明の請求項 11 は、上記のハンダ皮膜の製造方法であって、ハンダ皮膜が、パターニングされたレジスト層上に形成され、該ハンダ皮膜の形成後に、リフトオフにより該ハンダ皮膜をパターニングする工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法を提供するものであり、この方法により、20 μm 程度以下、条件によっては 5 μm 程度の位置精度で、半導体素子実装用のハンダ皮膜を、ヒートシンク上などに形成することができる。

#### 【0027】

ここで、パターニングされたレジスト層は、フォトリソグラフィーにより形成することができる。好ましくは、レジスト層は、逆テーパー状にパターニングされる。このようにして、ハンダ用パターンが形成された後、蒸着またはメッキな

どにより、ハンダ皮膜がその上に形成される。その後、リフトオフすることにより、レジストパターン上のハンダ皮膜は除去され、残部が、半導体素子実装用のハンダ皮膜となる。

#### 【0028】

本発明の請求項12は、上記のハンダ皮膜の製造方法により製造されるハンダ皮膜を備えたヒートシンクを提供するものである。

上記のハンダ皮膜の製造方法により製造されるハンダ皮膜は、熱により劣化しやすい半導体素子をヒートシンク上に実装する用途に好適に用いられるが、請求項12は、この好ましい態様のヒートシンクに該当するものである。

#### 【0029】

ここで、ヒートシンクとは放熱基板であって、素子が発生する熱を効率よく除去するものである。ヒートシンクとしては、高熱伝導率、周辺部材と同じ線膨張率、低誘電率などの特性を有するAlN（窒化アルミニウムセラミックス）、Si、SiC（炭化ケイ素）、AlN／ダイヤモンドなどが広く知られており、本発明においても、これらが好ましく用いられる。

#### 【0030】

ヒートシンク上への、半導体素子のベアチップ実装においては、通常、先ずヒートシンク上へメタル層（メタライズ）を形成し、その上にハンダ皮膜が形成される。メタル層は、通常、パターニングされ、このパターニングされたメタル層（メタルパターン）は、フォトリソグラフィーとリフトオフにより、位置精度、寸法精度よく形成することができる。すなわち、レジスト層を、フォトリソグラフィーにより、好ましくは逆テーパー状にパターニングして、その上に、蒸着などによりメタル層を形成した後、リフトオフする。その結果、レジストパターン上のメタル層は除去され、残部のメタル層が、ハンダ皮膜形成用のメタルパターンとなる。

メタルパターン形成に用いられる金属としては、Au、Pt、Ni、Coなどが挙げられ、特にメタルパターンの最上層にはPt、Ni、Coなどが好ましく用いられる。

#### 【0031】

メタルパターン上に、ハンダ皮膜が形成された後、該ハンダ皮膜を酸化などから保護するための膜を、該ハンダ皮膜上に、蒸着などの方法により、形成してもよい。このような膜としては、Au、Al、Inなどの金属膜が例示され、膜の厚みとしては、Alの場合は10～50 Å、Inの場合は50～250 Åで充分である。

#### 【0032】

本発明の請求項13は、上記のハンダ皮膜の製造方法により製造されるハンダ皮膜を備えたヒートシンクであって、半導体素子のベアチップ実装用であることを特徴とするヒートシンクを提供するものである。

上記のように請求項12のヒートシンクは、熱により劣化しやすい半導体素子の実装、特にベアチップ実装に好ましく用いられるが、請求項13はこの用途に該当するものである。中でも、レーザーダイオードチップのベアチップ実装がその代表的な用途として挙げられる。

#### 【0033】

本発明の請求項14は、フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn：2～10重量%、Bi：2～40重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンクを提供するものである。

本発明者は、上記のハンダ皮膜の製造方法およびハンダ皮膜に加えて、さらに、従来はフラックスレスでは使用困難と考えられていたZn、BiおよびSnからなるハンダであっても、特定の組成範囲にあるものは、フラックスレスでも溶解性、濡れ性が悪いとの問題がなく、かつ低い融点を達成できることを見出した。従って、このZn：2～10重量%、Bi：2～40重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなるハンダ皮膜を備えたヒートシンクは、フラックスレスで行われる半導体素子の実装、特にレーザーダイオードチップのベアチップ実装用途に用いることができる。請求項14の発明は、この知見に基づき完成されたものである。

#### 【0034】

本発明の請求項15は、フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であ



り、ハンダ皮膜がZn: 3~9重量%、Bi: 2~14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンクを提供するものである。

Zn: 3~9重量%、Bi: 2~14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダは、195℃以下の液相線の温度、および150℃以上の固相線の温度を有するので、この組成のハンダ皮膜を有するヒートシンクはレーザーダイオードチップのベアチップ実装用としてより好ましい。請求項15は、この好ましい態様に該当するものである。

#### 【0035】

本発明の請求項16は、フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn: 5~7重量%、Bi: 8~14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンクを提供するものである。

Zn: 5~7重量%、Bi: 8~14重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダは、185℃程度の液相線の温度、および150℃以上の固相線の温度を有する。すなわち、液相線の温度が、従来のSn-Pb共晶ハンダに近い185℃程度であるので、ヒートシンク上へのベアチップ実装用途のハンダ皮膜の組成としてさらに好ましい。従って、この組成のハンダ皮膜を備えたヒートシンクは、レーザーダイオードチップのベアチップ実装用としてさらに好適なものである。請求項16は、この特に好ましい態様に該当するものである。

#### 【0036】

本発明の請求項17は、フラックスレスで実装される半導体素子の実装用であり、ハンダ皮膜がZn: 6~7重量%、Bi: 8~10重量%、残部Snの組成を有するPbフリーハンダからなることを特徴とするハンダ皮膜を備えたヒートシンクを提供するものである。このPbフリーハンダ組成は、185℃程度、すなわち従来のSn-Pb共晶ハンダに近い液相線の温度を有するとともに、160℃程度の固相線の温度を有する。従って、このハンダ皮膜を備えその上にレーザーダイオードチップを実装したヒートシンクを、さらに他のヒートシンク上に、150~160℃より低い温度で2次実装することが可能である。すなわち、

2次実装時の熱により、レーザーダイオードチップを実装するハンダの接合強度が低下し接合不良が生じるとの問題が生じにくい。従って、この点からも請求項17のヒートシンクは、好ましく用いることができ、本発明のヒートシンクとして特に好ましい態様である。

#### 【0037】

なお、上記の本発明のヒートシンクに備えられるハンダ皮膜を形成するPbフリーハンダは、Zn、Bi、Snに加えて、他の金属を微量含有してもよい。他の金属としては、Ge、Au、Ag、Cu、Inなどが挙げられる。例えば、Zn、Bi、Snの合計量に対して、Geを0.001～0.1重量%およびCuを0.1～3重量%含有すると、ハンダの濡れ性が向上し好ましい。

#### 【0038】

本発明の請求項18は、上記の本発明のヒートシンクおよび該ヒートシンクに備えられたハンダ皮膜に実装された半導体素子を有することを特徴とする半導体素子とヒートシンクの接合体を提供するものである。

上記の様に、本発明のヒートシンクには、フラックスレスで半導体素子を実装することができる。従って、半導体素子のベアチップ実装が可能であるので、半導体素子としてはレーザーダイオードチップなどを挙げることができる。

#### 【0039】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を、実施例を用いて説明するが、この実施例は、本発明を限定するものではない。

#### 【0040】

##### 実施例1

AlN基板にフォトリソグラフィーによりレジスト層を逆テーパー状にパターニングし、Au層を蒸着で形成後、有機溶媒でレジストを溶解させ、リフトオフにより、ハンダ皮膜形成用メタルパターンを形成した。

該メタルパターン上に、フォトリソグラフィーによりレジスト層を逆テーパー状にパターニングしてハンダ用パターンを形成後、Zn、Sn、Bi、Snの順で蒸着を行った。

## 【0041】

Zn、Sn、Bi、Snの蒸着は、複数個のボートで蒸着可能な蒸着装置を用い、抵抗加熱法により行った。先ず、各々のボートに、各元素の蒸着材を装填し、Znを蒸着後、Snを蒸着し、次いでBiを蒸着後、Snを蒸着することにより、Zn、Sn、Bi、Snの順で積層された単位層を得た。蒸着材の装填量は、それぞれの厚みが、350 Å、3900 Å、350 Å、300 Åとなるような値に設定した。

## 【0042】

触針段差計 (Dektak) を用いて測定したところの、Zn層、Sn層、Bi層、Sn層の厚みは、それぞれ、350 Å、3900 Å、350 Å、300 Åであり、所望の厚みであった。この厚みと各金属の比重より、単位層全体としては、Sn-6.8Zn-9.4Biの組成を有すると計算される。

このハンダ皮膜の単位層の融点をDSCにより測定したところ、融点185℃を実現し、Sn-6.8Zn-9.4Bi三元系合金のハンダと同等の融点を示した。なお、DSCの測定条件は、窒素流量250 ml/分、昇温速度10℃/分であった。

## 【0043】

上記と同じ条件で、Zn、Sn、Bi、Snの順で各金属層が積層された単位層の形成を、さらに5回（合計6回）行い、厚み約3 μmのハンダ皮膜を得た。その後、再びリフトオフすることで、高寸法精度且つ高位置精度を持つハンダ皮膜を形成した。

このようにして得られたハンダ皮膜上に、InPまたはGaAsのレーザーダイオードを基材とし、実装面にAu電極面を備えたペアチップ（サイズ：300 μm×300 μm×200 μm）を実装した。実装は、NIDEKTOSOCGD2000を用い、N<sub>2</sub>雰囲気下で以下の条件にて行った。

加重：18 g、プレヒート温度：100℃、ピーク温度：融点（液相線）+25℃（すなわち本実施例では210℃）、ピーク温度保持時間：10秒

## 【0044】

実装後、ダイシアテスターdazy2400A-W100を用い、ハンダ接合

強度を評価した結果、強度は 3 0 0 g であった。この強度は、チップ破壊強度である 2 0 0 ~ 3 0 0 g より大きく、またワイヤボンディングに耐えうる強度が 1 0 0 g 程度であることから考えても、実用に充分耐えうる強度と考えられる。

#### 【 0 0 4 5 】

##### 実施例 2

Z n、S n、B i、S n の順で蒸着を行う代わりに、S n - 1 3 . 6 Z n 合金、S n - 1 8 . 8 B i 合金の順で、単位層中のそれぞれの厚みが 2 5 0 0 Å ずつとなるように蒸着を行う以外は、実施例 1 と同じ条件で、厚み約 3 μ m のハンダ皮膜をヒートシンク上に形成することができる。その結果、全体として S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i の組成を有し、S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i 三元系合金のハンダと同等の融点 ( 1 8 5 ° C ) を示し、かつ実用に充分耐えうるハンダ接合強度を有するハンダ皮膜、およびそれを備えたヒートシンクが得られる。

#### 【 0 0 4 6 】

##### 実施例 3

Z n、S n、B i、S n の順で蒸着を行う代わりに、同じ順で、メッキにより、それぞれ同じ厚みを有する各金属層を形成する以外は、実施例 1 と同じ条件で、厚み約 3 μ m のハンダ皮膜をヒートシンク上に形成することができる。その結果、全体として S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i の組成を有し、S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i 三元系合金のハンダと同等の融点 ( 1 8 5 ° C ) を示し、かつ実用に充分耐えうるハンダ接合強度を有するハンダ皮膜、およびそれを備えたヒートシンクが得られる。

#### 【 0 0 4 7 】

##### 実施例 4

S n - 1 3 . 6 Z n 合金、S n - 1 8 . 6 B i 合金の順で蒸着を行う代わりに、同じ順で、メッキにより、それぞれ同じ厚みを有する各合金層を形成する以外は、実施例 2 と同じ条件で、厚み約 3 μ m のハンダ皮膜をヒートシンク上に形成することができる。その結果、全体として S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i の組成を有し、S n - 6 . 8 Z n - 9 . 4 B i 三元系合金のハンダと同等の融点 ( 1 8 5 ° C ) を示し、かつ実用に充分耐えうるハンダ接合強度を有するハンダ皮膜、お

よびそれを備えたヒートシンクが得られる。

#### 【0048】

##### 比較例

Zn、Sn、Bi、Snの蒸着を、それぞれの厚みが、2100 Å、2340 Å、2100 Å、1800 Åとなるような蒸着量で、1回のみ行い、他は実施例1と同じ条件で、厚み約3 μmのハンダ皮膜をヒートシンク上に形成した。その結果、融点は225℃以上であり、Sn-6.8Zn-9.4Bi3元系になっていないことがわかった。しかも、実施例1と同じ条件での実装時には全く濡れず、接合強度はほとんど0であった。

#### 【0049】

##### 参考例1～6

各金属の蒸着量を変える以外は、実施例1と同様にして、ハンダ皮膜を形成し、その組成、液相線の融点および固相線の融点を測定した。その結果を表1に示す。

#### 【0050】

【表1】

	組成	液相線 (℃)	固相線 (℃)
参考例1	Sn-8.0Zn-2.8Bi	190.1	181.9
参考例2	Sn-6.0Zn-12.5Bi	181.3	151.4
参考例3	Sn-4.0Zn-25.1Bi	169.0	136.1
参考例4	Sn-5.7Zn-14.0Bi	179.9	148.3
参考例5	Sn-6.8Zn-8.3Bi	185.1	162.5
参考例6	Sn-6.4Zn-10.7Bi	183.0	155.9

#### 【0051】

##### 【発明の効果】

本発明のハンダ皮膜の製造方法により、Zn、Bi、Sn等からなるPbフリーハンダ皮膜であって、所望の組成や融点を有するものを、蒸着やメッキなどに

より、組成の制御や融点制御の困難を伴うことなく製造することができる。この方法を、フォトリソグラフィーと組合せることにより、レーザーダイオードチップなどのベアチップ実装用のハンダ皮膜を、優れた位置精度でヒートシンク上などに形成することができる。

また、本発明のハンダ皮膜を備えるヒートシンクは、実装時の熱による劣化をおこすことなく、レーザーダイオードチップなどを、優れた位置精度で、ベアチップ実装することができ、その接合強度も充分実用に耐えるものである。そして、このヒートシンク上に半導体素子を接合した本発明の接合体は、優れた電子部品として、レーザーダイオードなどの用途に用いられる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Zn、Bi、Sn等からなるハンダ皮膜であって、所望の組成や融点を有するものを、蒸着やメッキなどにより、組成の制御や融点制御の困難を伴うことなく製造できる方法、ならびにレーザーダイオードチップなどの熱劣化しやすい半導体素子のベアチップ実装用として好適なハンダ皮膜を備えるヒートシンクおよび該ヒートシンクと半導体素子との接合体を提供する。

【解決手段】 Zn、BiもしくはSnの単体、またはZn、BiおよびSnから選ばれる2種からなる合金、のいずれかからなる層の複数種類を積層して形成される単位層を、複数積層する工程を有し、好ましくは最表面層をSn層とする工程を有することを特徴とするハンダ皮膜の製造方法ならびにこのようなハンダ皮膜を備えるヒートシンクおよび該ヒートシンク上に実装された半導体素子を有することを特徴とする半導体素子とヒートシンクの接合体。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 2 6 6 1 6
受付番号	5 0 3 0 0 7 3 1 4 1 0
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 5 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 5月 1日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 3 - 1 2 6 6 1 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社